



**MÁSTER OFICIAL EN ECONOMÍA: INSTRUMENTOS DEL  
ANÁLISIS ECONÓMICO**

**CURSO ACADÉMICO: 2018 - 2019**

**TAMAÑO DE AEROPUERTO Y DESARROLLO URBANO: UNA  
APLICACIÓN AL CASO ESPAÑOL**

**AIRPORT SIZE AND URBAN GROWTH: AN APPLICATION FOR  
THE SPANISH CASE**

**AUTORA:**

**MARÍA VERÓNICA CASTELLANOS CORAL**

**TUTOR:**

**RAMÓN NÚÑEZ-SÁNCHEZ**

**SEPTIEMBRE DE 2019**

## TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE GRÁFICOS.....	ii
LISTADO DE TABLAS.....	ii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. REVISIÓN LITERARIA.....	5
2.1 Aeropuertos y Crecimiento Urbano .....	5
3. SISTEMA AEROPORTUARIO ESPAÑOL .....	6
2.2.1 Privatización Parcial de Aena (2015).....	7
2.3 Áreas de Influencia Urbana.....	8
3. METODOLOGÍA .....	11
3.1 Definición de variables.....	11
3.2 Modelo.....	13
3.2.1 Ecuaciones a estimar.....	13
3.3 Construcción de Instrumentos.....	14
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
Medidas de crecimiento económico alternativas.....	21
5. CONCLUSIONES .....	23
REFERENCIAS .....	24
ANEXOS.....	26
Anexo 1. Modelo Teórico de Sheard.....	26
1.1 Empleo Local .....	26
1.2 Crecimiento en la economía local.....	27
1.3 Cambios estructurales en la red de transporte aéreo.....	28
Anexo 2. ....	29

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Listado De Aeropuertos .....	6
Tabla 2: AUFs Españolas .....	10
Tabla 3: Listado De Aeropuertos Utilizados .....	11
Tabla 4: Estadísticos Descriptivos De Las Variables Utilizadas. ....	12
Tabla 5: Rango De Asientos De Un Avión. ....	15
Tabla 6: Mínimos Cuadrados Ordinarios.....	17
Tabla 7: Primera Estapa Del MC2E .....	19
Tabla 8: Segunda Etapa Del MC2E .....	20
Tabla 9: MCO Y MC2E Utilizando Diferentes Variables Como Medida De Crecimiento Económico.....	22

## LISTADO DE GRÁFICOS

FIGURA 2: Aeropuertos Españoles. ....	12
---------------------------------------	----

## RESUMEN

El presente trabajo analiza la relación que existe entre los aeropuertos y el crecimiento económico medido como el número de empleos, mediante la construcción de variables instrumentales que permiten medir cómo afecta el tamaño de un aeropuerto al crecimiento del área urbana funcional donde se encuentra ubicado. Para conseguir este objetivo, se ha utilizado una muestra de 70 áreas urbanas funcionales de España y 46 aeropuertos durante el periodo 2010-2017, dichos datos han sido obtenidos de AENA Estadísticas, en el caso de los aeropuertos y del Instituto Nacional de Estadísticas para las áreas urbanas, se ha implementado el método de variables instrumentales, Mínimos Cuadrados en Dos Etapas siguiendo la metodología Nicholas Sheard (2019). Los principales hallazgos del estudio indican que, de acuerdo a la muestra utilizada, si existe una relación positiva entre el tamaño del aeropuerto y el empleo, los índices de vivienda, la población y el número de empresas

## **ABSTRACT**

This paper analyzes the relationship between airports and economic growth, through the construction of instrumental variables that allow measuring how the size of an airport affects the growth of the functional urban area where it is located. To achieve this objective, a sample of 70 functional urban areas of Spain and 46 airports has been used during the period 2010-2017, these data have been obtained from AENA Statistics, in the case of airports and the National Statistics Institute for urban areas, the method of instrumental variables, Two-Stages Least Squares has been implemented following the methodology of Nicholas Sheard (2019). The main findings of the study indicate that, according to the sample used, there is a positive relationship between airport size and employment, housing rates, population and the number of companies

## 1. INTRODUCCIÓN

En un mundo tan globalizado como el actual, es bien conocido que los aeropuertos son catalizadores para el crecimiento del turismo y muy claves para las relaciones comerciales, nacionales e internacionales, de un país. El desarrollo del sector aeroportuario es innegable, en Europa se ha experimentado una importante transformación en las últimas dos décadas, pasando de considerarse a los aeropuertos como “simples instalaciones de infraestructuras” a grandes negocios que compiten (tráfico) en un mercado europeo liberalizado; convirtiéndose este sector en uno de los actores económicos más relevantes en las regiones en las que operan, produciendo un desarrollo comercial y económico relevante. Se estima que el sector aéreo aporta el 3,6% del PIB mundial, generando 65,5 millones de empleos. (Air Transport Action Group, 2016)

Su impacto económico es de gran alcance ya que los aeropuertos generan una gran cantidad de empleo directo e indirecto y facilitan el desarrollo del turismo y otras actividades económicas en la región donde se localizan. Datos de la Asociación de Compañías Españolas de Transporte Aéreo (ACETA, 2018) indican que el sector aeroportuario genera alrededor de 1,7 millones de empleos directos, indirectos e inducidos en España y contribuye con 107,000 millones de euros (9,1%) al PIB. (Índice de Competitividad del Transporte Aéreo en España, 2018).

En España, más del 80% de los turistas llegan por vía aeroportuaria y, según datos de Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (en adelante AENA), para el año 2018 el país recibió 82.8 millones de turistas, aumentando en un 1.1% esta cifra con respecto al año predecesor y gestionaron un total de 263,7 millones de pasajeros (5,8% más con respecto a 2017); ese mismo año, el tráfico de mercancías creció en un 9.9%, movilizando más de un millón de toneladas de carga. Asimismo, se conoce que generó unos ingresos de 4.320,2 millones de euros.

Además, España es el tercer país con la demanda de conectividad aérea más alta de Europa, lo que favorece al turismo, los intercambios comerciales, el crecimiento económico y la generación de empleo. (Índice de Competitividad del Transporte Aéreo en España, 2018).

Según el Ministerio de Fomento (2019), en el país operan bajo la red Aena, 690 compañías aéreas que conectan con más de 140 países y 350 destinos. Es decir, en España, al igual que en muchos países, los aeropuertos son un factor clave y de interés para el desarrollo económico, pero ¿Cuál es el impacto de los aeropuertos en el crecimiento del empleo en las áreas urbanas españolas??

El objetivo del presente trabajo consiste en determinar, para cada área urbana funcional española, la relación existente entre el tamaño del aeropuerto, perteneciente a cada área urbana funcional, con el desarrollo o crecimiento económico de las mismas, mediante una metodología basada en un Mínimo Cuadrados en dos etapas. Entre las principales variables que se analizan para el estudio se encuentran: población, renta media, número de empresas, número de aeropuertos, entre otras.

Así mismo, los objetivos específicos están orientados a:

- Determinar cuáles son las variables que más se ven afectadas por el crecimiento del tamaño de un aeropuerto
- Verificar la robustez de los resultados obtenidos
- Cuantificar el impacto del tamaño del aeropuerto con la renta media de la población

La metodología empleada para el presente estudio se fundamenta en un análisis cuantitativo de las variables que determinan el crecimiento económico de un AUF, mediante el método de variables instrumentales, Mínimos Cuadrados en Dos Etapas. Basándose en el estudio de Sheard (2019) en el cual a partir de la construcción de variables instrumentales trata de encontrar la causalidad entre crecimiento del tráfico de los aeropuertos y crecimiento del empleo en el entorno urbano.

El presente trabajo se estructura de la siguiente manera: En la sección 2 se lleva a cabo una revisión de los aspectos teóricos relacionados con el crecimiento urbano y tamaño de aeropuerto, sector aeroportuario español; en el siguiente capítulo se encontrará una descripción de la relevancia del sector, la distribución de la muestra por subsector, año y tamaño de la empresa, y los aspectos metodológicos. En el capítulo 4 se presentan los resultados y, posteriormente, se realiza una discusión a partir de los hallazgos encontrados y finalmente en el Capítulo 5 se exponen las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas del análisis.

## 2. REVISIÓN LITERARIA

### 2.1 Aeropuertos y Crecimiento Urbano

Los aeropuertos son ampliamente reconocidos como motores importantes del crecimiento económico, tanto para apoyar la actividad económica local como para estimular nuevas inversiones en un área.

Varios autores defienden su importancia debido a que desempeñan un papel fundamental en el desarrollo económico del territorio donde se ubican. Button. Doh y Yuan (1999); Brueckner, (2003); Bel y Fageda (2008)

Según Robertson (1995), los aeropuertos generan tanto o más diferentes tipos de trabajos en otros sectores industriales, como cualquier otra actividad económica; incluyendo sectores como la construcción, hoteles, transportes y mantenimiento, así como industrias electrónica, farmacéutica, tecnología de la información y finanzas. Las operaciones aeroportuarias también ofrecen una buena variedad de oportunidades laborales, ya sea a tiempo completo, parcial y temporal. Estos trabajos no son predominantemente poco calificados ni altamente capacitados y ofrecen oportunidades de empleo local, ayudando a mejorar la economía de los sitios donde se encuentran ubicados. El transporte aéreo contribuye a la generación de riqueza y empleo en España.

Existen varios estudios que analizan el impacto que tienen los aeropuertos en las zonas donde se encuentran ubicados. Este efecto es analizado, por investigadores como Sheard (2015), Cooper (1990), Florida, Mellander, Holgersson (2014), a través de indicadores como la población, el PIB, renta per-cápita, trabajo, entre otros. Mientras que autores como Greene (2007) incluye variables como los impuestos, el clima o la estructura industrial.

Florida et al (2014) encontraron evidencia sustancial de que los aeropuertos juegan un papel importante en el desarrollo económico regional y además sostienen que no solo se trata de tener un aeropuerto, sino que el tamaño y la escala de las actividades aeroportuarias son importantes, y los aeropuertos más grandes tienen un mayor efecto positivo en el desarrollo regional.

Existen por otro lado, estudios como el de Robertson (1995) para el Reino Unido, que indican que, si bien los aeropuertos son uno de los tantos factores que ayudan a disminuir los problemas económicos de un área determinada, sus beneficios pueden depender de la escala que tiene el aeropuerto, pero que incluso los aeropuertos pequeños, que no generan demasiados empleos, pueden generar otros beneficios



económicos importantes. Este efecto, sin embargo, dependerá de su éxito en la atracción de nuevas aerolíneas o la ampliación de rutas aéreas.

### 3. SISTEMA AEROPORTUARIO ESPAÑOL

En España, AENA creada en 1991 y adscrita al Ministerio de Fomento, es propietaria y gestiona de forma conjunta los 46 aeropuertos y 2 helipuertos de interés general que canalizan el tráfico comercial en el territorio español. AENA y el Ministerio de Fomento juegan un papel decisivo en todos los aspectos centrales de la actividad de los aeropuertos españoles: las decisiones sobre inversiones y sobre tasas, la asignación o coordinación, según el caso, de los derechos de aterrizaje y despegue, o las negociaciones que se establecen con las compañías aéreas.

**TABLA 1: LISTADO DE AEROPUERTOS**

AEROPUERTOS Y HELIPUERTOS	
Coruña	Logroño-Agoncillo
Albacete	Adolfo Suárez Madrid-Barajas
Algeciras	Madrid-Cuatro Vientos
Alicante-Elche	Málaga-Costa Del Sol
Almería	Melilla
Asturias	Menorca
Badajoz	Internacional Región De Murcia
Josep Tarradellas Barcelona-El Prat	Palma De Mallorca
Bilbao	Pamplona
Burgos	Reus
Ceuta	Sabael
Córdoba	Salamanca
El Hierro	San Sebastián
Fuerteventura	Seve Ballesteros - Santander
Girona-Costa Brava	Santiago
Gran Canaria	Sevilla
F.G.L. Granada-Jaén	Son Bonet
Huesca-Pirineos	Tenerife Norte
Ibiza	Tenerife Sur
Jerez	Valencia
La Gomera	Valladolid
La Palma	Vigo
César Manrique Lanzarote	Vitoria
León	Zaragoza

*Elaboración propia a partir de AENA (2019)*

Los aeropuertos españoles presentan diferentes características respecto al tamaño y volumen de mercancías y pasajeros que mueven anualmente. Por lo general, los aeropuertos de menor tamaño pertenecen, en su mayoría, a ciudades de dimensión pequeña o lugares donde el turismo no es considerado una actividad productiva significativa para sus ingresos y, por tanto, sus cifras de tráfico o negocios suele ser bajo. Mientras los aeropuertos de gran tamaño se encuentran en ciudades mucho más

grandes y habitadas y en las cuales el turismo y comercio se mueve a mayor escala, además de contar con infraestructuras mucho más completas.

En este contexto, la economía aeroportuaria se ha convertido en un tema central, con cuestiones de finanzas y propiedad que tienen un gran impacto en el futuro del desarrollo de la infraestructura aeroportuaria de Europa. Los desafíos de financiar grandes proyectos de infraestructura a largo plazo han aumentado sustancialmente, aunque la financiación pública se ha vuelto más limitada debido a las mayores restricciones presupuestarias a nivel nacional y de la UE, el acceso a los mercados de capitales se ha vuelto más difícil a raíz de la crisis financiera mundial.

La expansión de este sector aumentó con la reforma regulatoria que permitió la liberalización de este, con la cual se privatizó parte de AENA

### **2.2.1 Privatización Parcial de Aena (2015)**

Desde finales de los 90, en Europa se ha venido experimentando una profunda transición de lo público a lo privado, los procesos de privatización aplicados desde 1992 debido a la política europea de liberalización también han incluido a la política aeroportuaria de muchos países, con el fin de aumentar la competencia.

Los defensores de la privatización se centran en la mayor eficiencia lograda por el sector privado y los posibles ahorros en costos. Además, la privatización de la infraestructura aeroportuaria se considera una forma atractiva de financiar aumentos de capacidad muy necesarios que el sector público no puede y no realizará. (Costas Centivany, 1999). Por ello, en la actualidad se observan diferentes estructuras de propiedad en los aeropuertos europeos.

Para el caso de España los motivos para privatizar varios sectores de su economía fueron muchos, entre ellos las limitaciones del sector público para actuar en marcos cada vez más competitivos, así como la transformación de los monopolios naturales a causa de cambios tecnológicos o de la propia apertura de los mercados al exterior, contribuir al desarrollo del mercado de capitales secundarios en el país y la contribución al equilibrio de las cuentas públicas, dejando claro que las privatizaciones no se hacen para obtener caja, no tienen motivos recaudatorios, sino que se basan en la búsqueda de la eficiencia y de la mejora de la competitividad de la economía. (Bel y Costas, 2001).

Pueden existir tres tipos de empresas que gestionan los aeropuertos: empresas públicas, empresas privadas o empresas públicas-privadas (mixtas).

En el caso de España, hasta el año 2015 AENA, S.A. era una compañía de titularidad pública, año inició su cotización en bolsa. El proceso de privatización del sector

aeroportuario español inició en 2011 con la creación de AENA AEROPUERTOS, entidad pública empresarial que ejerce la gestión y explotación de los servicios aeroportuarios, mientras AENA S.A. gestiona el espacio aéreo y el control de navegación.

La primera intención real de privatización de AENA llegó por acuerdo del Consejo de Ministros de 25 de febrero de 2011, cuando se creó la sociedad mercantil AENA Aeropuertos, como desarrollo del **Real Decreto Ley 13, de 3 de diciembre de 2010, de actuaciones en el ámbito fiscal, laboral y liberalizadoras para fomentar la inversión y creación de empleo**, que incluía en su texto legislativo la modernización del sistema aeroportuario mediante la implantación de un nuevo modelo de gestión. Esta estrategia buscaba sacar a licitación el 90% de los aeropuertos de Madrid y Barcelona por una cifra de 3.700 millones de euros y de 1.600 millones de euros, respectivamente, mediante una concesión de 20 años, con la posibilidad de cinco años adicionales y, de manera paralela, se aprobaba la entrada de capital privado en el 49% de Aena Aeropuertos.

Sin embargo, el cambio de gobierno a finales de 2011 provocó un cambio en la estrategia de privatización. Si bien el objetivo del nuevo gobierno era facilitar la entrada de capital privado en la sociedad, paralizó la concesión de los aeropuertos de Madrid y Barcelona con el objetivo de mantener íntegra la gestión de la red. (Martínez-San Román et al 2017)

Debido a esto, para el año 2014 AENA Aeropuertos pasó a denominarse AENA y Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea se convirtió en ENAIRE, ente que asumió el 100 % de las acciones de la nueva AENA y coordinó la operación de privatización del 49 % de su capital, que culmina en febrero de 2015 con la salida a bolsa.

En la actualidad el 51% de AENA pertenece a la entidad pública ENAIRE, que se encarga de la gestión aérea en España, mientras el 49% restante es de capital privado.

### **2.3 Áreas de Influencia Urbana.**

De manera conjunta, en el 2011, la Comisión Europea (CE) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) desarrollaron una nueva definición de una ciudad y su zona de desplazamiento, llamada “Áreas Urbanas Funcionales”.

Un Área Urbana funcional encasilla a la ciudad y su zona de desplazamiento. Si el 15% de las personas empleadas que viven en una ciudad trabajan en otra ciudad, estas ciudades se tratan como ciudades conectadas. En este caso, la primera ciudad es parte del AUF de la segunda ciudad.

La definición de AUF sigue los tres criterios mencionados a continuación:

## TAMAÑO DE AEROPUERTO Y CRECIMIENTO URBANO: UNA APLICACIÓN AL CASO ESPAÑOL

Primero, se divide la superficie europea en celdas de cuadrícula de 1 km<sup>2</sup> y se identifica celdas de alta densidad, con una densidad de población superior a 1500 habitantes por km<sup>2</sup> en base a imágenes de satélite categorizadas.

Segundo, se generan grupos de celdas contiguas (que compartan al menos un borde) de alta densidad. Se agregan celdas de baja densidad rodeadas por celdas de alta densidad. Los grupos con una población total de al menos 50,000 habitantes se identifican como centros urbanos. Es decir, se incluyen los municipios rodeados por un área funcional única y se eliminan los municipios no contiguos

Y finalmente, se utilizan datos administrativos para calcular los flujos de conmutación de las unidades administrativas locales (municipios) a los centros urbanos. Las unidades administrativas locales con el 15% de las personas empleadas que trabajan en un centro urbano se asignan al centro urbano. Un conjunto contiguo de unidades administrativas locales asignadas forma una zona urbana más grande. Los centros urbanos locales no contiguos con flujos de desplazamiento bilaterales de más del 15% de las personas empleadas se combinan en una zona urbana policéntrica más grande.

El análisis de los desplazamientos debería abarcar, en principio, a todas las personas empleadas (incluidos los autónomos, los funcionarios públicos y los empleados). Los estudiantes no deben ser incluidos en caso de que no se encuentren trabajando.

Si un municipio cumple con los criterios para ser parte de las AUF de dos ciudades, por ejemplo, un municipio ubicado entre dos grandes ciudades debe asignarse al AUF donde se desplaza el mayor porcentaje de los residentes empleados.

España es uno de los países miembros más grandes, territorialmente, de la Unión Europea y cuenta con 70<sup>1</sup> áreas urbanas funcionales, de las cuales se ha decidido trabajar con 44. En la tabla 2 se muestran las AUFs elegidas.

Sin embargo, es preciso puntualizar que, a diferencia de países como Francia, en el país ibérico cada vez aumentan más las diferencias entre regiones y se evidencia que no existe (aun) un desarrollo armonizado las mismas y cada vez los datos anuales de “conmuting” y migración a otras ciudades como Madrid y Barcelona aumentan, dejando a zonas como Badajoz prácticamente sin población y con pocos incentivos para impulsar su economía.

---

<sup>1</sup> De acuerdo con la clasificación del INE existen 70 áreas urbanas funcionales, sin embargo, según la OCDE existen 81 AUF en el territorio español. Para el presente trabajo se ha utilizado las 70 proporcionadas por el INE

**Tabla 2: AUFs ESPAÑOLAS**

ÁREAS URBANAS FUNCIONALES	
Algeciras	Madrid
Alicante	Málaga
Almería	Marbella
Badajoz	Murcia
Barcelona	Ourense
Bilbao	Oviedo
Burgos	Palma de Mallorca
Cádiz	Las Palmas de Gran Canaria
Cartagena	Pamplona/Iruña
Castellón de la Plana	Reus
Córdoba	Salamanca
A Coruña	Santa Cruz de Tenerife
Donostia/San Sebastián	Santander
Elche	Santiago de Compostela
Gijón	Sevilla
Granada	Tarragona
Huelva	Toledo
Jaén	Valencia
Jerez de la Frontera	Valladolid
León	Vigo
Lleida	Vitoria-Gasteiz
Logroño	Zaragoza

*Elaboración propia a partir de Instituto Nacional de Estadísticas (2019)*

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Definición de variables.

El conjunto de datos utilizados para el estudio es un panel anual del tráfico aéreo español y un set de variables que reflejan el crecimiento económico para el periodo de 2010-2017. Dichas variables se obtuvieron de diferentes fuentes de información. Los datos correspondientes al tráfico aéreo y todo lo relacionado al sector aeroportuario fueron consultados en la página oficial de AENA Estadísticas; mientras la información referente a las variables económicas fue extruida de la página del Instituto Nacional de Estadísticas (INE). En la tabla 3 se muestran los aeropuertos utilizados.<sup>2</sup>

La información correspondiente al ámbito económico de cada AUF fue recopilada de varias fuentes. Los datos de la renta media por habitante/hogar, la población, número de empresas y PIB fueron extraídos del INE.

**TABLA 3: LISTADO DE AEROPUERTOS UTILIZADOS**

AEROPUERTOS	
Albacete	Málaga
Alicante	Logroño
Almería	Palma De Mallorca
Asturias	Pamplona
Barcelona	Reus
Bilbao	Salamanca
Badajoz	Murcia
Burgos	San Sebastián
Coruña	Tenerife
Córdoba	Santander
Girona	Santiago
Granada	Sevilla
Jerez	Valencia
Lanzarote	Valladolid
León	Vigo
Gran Canaria	Vitoria
Madrid	Zaragoza

*Elaboración propia a partir de datos de AENA (2019)*

Por otro lado, los precios anuales de alquiler y compra de viviendas fueron recopilados de la compañía española Idealista (2019), la misma proporciona esta información por provincia y ciudad, por este motivo se asignó a cada AUF el precio de su provincia correspondientes. Es importante indicar que existía información que no

<sup>2</sup> No todas las áreas urbanas funcionales cuentan con un aeropuerto, por lo cual, en su lugar les fue asignado el aeropuerto ubicado en el área más cercana.

estaba clasifica por AUF y por tanto, sus valores corresponden a la provincia donde se encuentra ubicada.



**FIGURA 1: Aeropuertos Españoles. Elaboración propia a partir de datos de AENA (2019)**

Los estadísticos descriptivos de la base de datos son mostrados en la siguiente tabla:

**TABLA 4: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES UTILIZADAS.**

	<b>MEDIA</b>	<b>DESV. EST.</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX.</b>
Población <sup>3</sup>	54967.40	1077766.00	60151.00	6717732.00
Renta <sup>4</sup>	27240.43	3536908.00	14515.00	37573.00
Empleados	176593.50	376132.60	12791.02	2471682.00
Precio de Alquiler	6.12	1.81	3.90	14.80
Precio de Venta <sup>5</sup>	1433.82	4830084.00	760.00	3441.00
Empresas <sup>6</sup>	19354.50	39825.95	2498.00	304474.00
Pasajeros	9284035.00	10402535.45	2.00	52951633.00
Operaciones	24528.57	1507973.00	1.00	417565.00

*Elaboración propia*

<sup>3</sup> Población, operaciones, pasajeros, precios de alquiler y vivienda y empleados periodo 2010-2017. No se ha incluido la información anterior al año 2010 debido a que, aunque existen datos de tráfico aéreo desde 2004, no existe información de las variables económicas anteriores al año mencionado.

<sup>4</sup> Renta periodo: 2011-2017

<sup>5</sup> Existía información que estaba desagregada por provincia y no por AUF, por tanto, se asignó a cada área los datos de su provincia correspondiente.

<sup>6</sup> Empresas periodo: 2012-2017

### 3.2 Modelo

En esta sección se describe el modelo a utilizar como base para la estimación. El modelo busca relacionar los instrumentos con el tamaño del aeropuerto y a su vez cómo el tamaño del aeropuerto se relaciona con los resultados económicos locales. A efectos didáctico y siguiendo lo establecido por Sheard (2017), el modelo se explica en términos de un efecto del tamaño del aeropuerto en el empleo, aunque también se utiliza para estimar los efectos sobre el PIB y otras variables de resultado.

#### 3.2.1 Ecuaciones a estimar.

El sistema de ecuaciones a estimar está derivado de las ecuaciones 6 y 8, explicadas en el anexo 1:

$$a_{m,t+1} - a_{m,t} = \alpha_1 a_{m,t} + \beta_1 n_{m,t} + \eta(\hat{a}_{m,t+1} - a_{m,t}) + \gamma_{1,m} + \delta_{1,t} + \varepsilon_{1,m,t}, \quad (1)$$

$$n_{m,t+1} - n_{m,t} = \alpha_2 a_{m,t} + \beta_2 n_{m,t} + \theta(a_{m,t+1} - a_{m,t}) + \gamma_{2,m} + \delta_{2,t} + \varepsilon_{2,m,t}. \quad (2)^7$$

Donde:

$a_{m,t+1} - a_{m,t}$ : ratio de crecimiento del tamaño del aeropuerto

$a_{m,t}$ : es el logaritmo natural del tamaño del aeropuerto ubicado en el área m y en el tiempo t.

$\hat{a}_{m,t+1} - a_{m,t}$ : instrumento para el crecimiento del tráfico aéreo

$n_{m,t+1} - n_{m,t}$ : ratio de crecimiento del empleo

$n_{m,t}$ : es el logaritmo natural del nivel de empleo en el área urbana m y al tiempo t

$\alpha_1 \alpha_2 \beta_3 \beta_4$ : Coeficientes a estimar

El principal coeficiente de interés es  $\theta$ , que representa el efecto de un cambio en el tamaño del aeropuerto en el empleo de la AUF. Como ambos, tamaño de aeropuerto y empleo, están expresados en logaritmo (2), el coeficiente  $\theta$  es interpretado como la elasticidad.

---

<sup>7</sup> Las ecuaciones (1) y (2) son estimadas utilizando periodos de un año (de t a t+1). Aunque es razonable esperar que los efectos sobre el empleo se reflejen durante un período más largo, lo que se busca es probar la relación con tasas de crecimiento pasadas adicionales en el tamaño del aeropuerto y con períodos mayores a un año. Los resultados sugieren que el efecto sobre el empleo se captura casi por completo. por los cambios en un año.



Para ambos sistemas de ecuaciones (1) y (2), se deben cumplir las siguientes condiciones:

$$\eta \neq 0 \quad (3)$$

$$Cov(\hat{a}_{m,t+1} - a_{m,t}, \varepsilon_{2m,t}) = 0 \quad (4)$$

La condición (3) es la más relevante, ya que requiere que los instrumentos expliquen una cantidad significativa de la variación en el tamaño de los aeropuertos, condicional a los controles. Esta condición se prueba estadísticamente como parte de la estimación

La condición (4) es la condición de exogeneidad o condición de restricción. Indica que el instrumento afecta a los cambios en el empleo solo a través de cambios en el tamaño del aeropuerto.

Las variables de control  $a_{m,t}$  y  $n_{m,t}$  incluidas en las ecuaciones (1) y (2) buscan tener en cuenta las diferencias sistemáticas en el aeropuerto y el crecimiento del empleo que se correlacionan con los valores iniciales.

### 3.3 Construcción de Instrumentos

Para el desarrollo del modelo se ha decidido utilizar varias variables instrumentales que se explicarán a continuación.

Se construyen cinco instrumentos utilizando los siguientes conjuntos de categorías para el tráfico aéreo: (1) las aerolíneas que operan los vuelos, (2) los modelos de aeronaves y (3) un conjunto de rangos para la cantidad de asientos en la aeronave, medidas en el número de operaciones y las aerolíneas (4) y tipo de avión (5) por número de pasajeros, obteniendo un total de 5 instrumentos para el tamaño del aeropuerto. Los instrumentos se construyen dividiendo el tráfico aéreo en un área metropolitana por una de las categorizaciones, luego calculando cuál sería el tráfico al final del período si el tráfico local para cada categoría aumentara a su tasa nacional de crecimiento. El número de asientos se basa en variables cuantitativas de las características del vuelo; sus distribuciones se resumen en la Tabla 5.

Los instrumentos se construyeron de la siguiente manera: en primer lugar, se elige una categorización para la construcción del instrumento. Luego, el tráfico aéreo en el área urbana  $m$  en el tiempo  $t$  se mide para cada categoría  $c$  dentro de cada categorización. Por separado, la tasa de crecimiento general para cada categoría entre los tiempos  $t$  y  $t+1$  se calcula a partir de los datos de tráfico aéreo a nivel español. Finalmente, la tasa de crecimiento general para cada categoría se aplica a su nivel de tráfico aéreo en el área urbana  $m$  en el momento  $t$ . Usando  $A_{c,m,t}$  para denotar el tráfico

## TAMAÑO DE AEROPUERTO Y CRECIMIENTO URBANO: UNA APLICACIÓN AL CASO ESPAÑOL

aéreo en el área metropolitana  $m$  en el tiempo  $t$  que se clasifica como categoría  $c$ , los instrumentos se calculan usando la siguiente fórmula:

$$\hat{A}_{m,t+1} = \sum_c A_{c,m,t} \left( \frac{\sum_{n \neq m} A_{c,n,t+1}}{\sum_{n \neq m} A_{c,n,t}} \right) \quad (5) \quad \text{Donde;}$$

$\hat{A}_{m,t+1}$  representa el nivel tráfico nocional (hipotético) al final del periodo,

$A_{c,m,t}$  el tráfico inicial para la categoría  $c$ ,

$\frac{\sum_{n \neq m} A_{c,n,t+1}}{\sum_{n \neq m} A_{c,n,t}}$  la tasa de crecimiento general para la categoría  $c$  durante el periodo.

**TABLA 5: RANGO DE ASIENTOS DE UN AVIÓN.**

Indicador	Mínimo	Máximo
1	1	4
2	5	9
3	10	24
4	25	49
5	50	99
6	100	149
7	150	199
8	200	299
9	300	399
10	400	-

*Elaboración propia*

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para empezar, se ha realizado una estimación de Mínimos Cuadrados Ordinarios de la ecuación (6). Los resultados obtenidos de estas estimaciones se encuentran en la tabla 1. Estos resultados demuestran cómo cambios en  $A_{m,t}$  están correlacionados con el empleo local. La variable dependiente, como se ha especificado anteriormente, es  $n_{m,t+1} - n_{m,t}$ . En las primeras columnas (1-6) de la tabla 2 se muestran los resultados utilizando diferentes variables independientes y efectos fijos (año y AUF).  $A_{m,t}$  está cuantificada como el número de operaciones del aeropuerto perteneciente al AUF  $m$  en el tiempo  $t$ . La columna 1 muestra las estimaciones sin considerar efectos fijos ni variables de control, la columna 2 muestra los resultados obtenidos utilizando efectos fijos por AUF, la columna 3 utiliza efectos fijos de tiempo (años) y la columna cuatro incluye ambos efectos (AUF y años).

Por otro lado, en las columnas 5 y 6 se incluyen los controles de logaritmo del nivel inicial de empleo y tamaño de aeropuerto  $n = \ln(N)$  y  $a = \ln(A)$ , respectivamente. Como se menciona en el modelo empleado por Sheard, el coeficiente de interés es el de  $\theta$ , correspondiente a  $a_{m,t+1} - a_{m,t}$ . En la tabla 6 se observa que este coeficiente es positivo para todos los modelos, sin embargo, es estadísticamente significativa solo para (1) (3) y (7), es decir, varía según se van agregando controles y efectos fijos. Un coeficiente positivo indica una relación positiva entre los cambios en el tamaño del aeropuerto y empleo, esto puede deberse a que una población mayor supone mayores viajeros potenciales y, por tanto, más personal para su atención, entre otros servicios. Se esperaría que el tráfico aéreo se vea afectado por la demanda de viajes y para el caso español esto se cumple, ya que, siempre con los datos utilizados, se puede presumir que, en efecto, esta relación es positiva ya que el coeficiente de  $a_{m,t}$  en todas las estimaciones lo es. Sin embargo, no es posible inferir un efecto causal entre aeropuertos y empleo en un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios, por esto, se emplea el método de Mínimos Cuadrados en dos etapas que permite medir un efecto causal entre estas dos variables de interés.

Los resultados estimados de las ecuaciones (1) y (2) mediante esta metodología son mostrados en las tablas 7 y 8. La primera etapa del MC2E proporciona la relación entre los instrumentos y los cambios en el tamaño de los aeropuertos (ecuación 1), estos resultados son mostrados en la tabla 2, y cada columna utiliza un instrumento diferente. Nuevamente se utiliza para el tamaño del aeropuerto el número de operaciones.

Tabla 6: Mínimos Cuadrados Ordinarios

	(1) MCO Operaciones	(2) MCO Operaciones	(3) MCO Operaciones	(4) MCO Operaciones	(5) MCO Operaciones	(6) MCO Operaciones	(7) MCO Pasajeros	(8) MCO Asientos
$a_{m,t+1} - a_{m,t}$	0.0734*** (0.0211)	0.0836*** (0.0225)	0.0194* (0.0086)	0.0101 (0.0139)	0.0138 (0.0099)	0.0113 (0.0086)	0.0116*** (0.0087)	0.0116 (0.0086)
$a_{m,t}$					0.0166*** (0.0045)	0.0263*** (0.00058)	0.0264*** (0.0058)	0.0263*** (0.0058)
$n_{m,t}$						-0.2710*** (0.0399)	-0.2710*** (0.0399)	-0.2710*** (0.0400)
$R^2$	0.13	0.20	0.62	0.68	0.69	0.72	0.73	0.72
EFFECTOS FIJOS AUF.		x		x	x	x	x	x
EFFECTOS FIJOS DE TIEMPO			x	x	x	x	x	x

*Elaboración propia.*

*294 observaciones correspondiente a 42 Áreas Urbanas Funcionales.*

*Notas: \*, \*\*, \*\*\* indican el nivel de significancia al 5%, 1% y 0.1%, respectivamente.*

Además de los resultados obtenidos, también se realizaron el test de Kleibergen-Paap rk Wald para evaluar la relevancia de los instrumentos y el test de Hansen-J para la sobre-identificación en las regresiones donde se emplean más de un instrumento. Todos los estadísticos mencionados se encuentran disponibles en la tabla 3.

Estos resultados demuestran que, en efecto, los instrumentos 1 y 2, correspondientes al instrumento de aerolínea y tipo de avión explican una cantidad significativa de la variación en el tamaño del aeropuerto. El estadístico  $f$  es suficientemente alto para cada uno de los instrumentos empleados, por lo cual se puede concluir que las variables instrumentales son relevantes. Sin embargo, esto no sucede para el instrumento 5, correspondiente a los asientos, ya que sus  $F$  estadístico es muy bajo.

Los coeficientes obtenidos para  $a_{m,t+1} - a_{m,t}$  expuestos en la tabla 8 indican que el tamaño del tráfico sí tiene un efecto positivo en el empleo. La magnitud de este efecto varía en función del instrumento que se haya utilizado, aunque siempre oscila entre los valores 0.02 - 0.06, cuando la medida del aeropuerto está cuantificada como el número de operaciones. Este coeficiente aumenta de manera significativa cuando está medido como el número de asientos, ya que su valor es de 0.07, sin embargo, no es estadísticamente significativo. Expresando la elasticidad del efecto del tamaño de un aeropuerto en el número de empleos que se generan se plantea el siguiente ejemplo: En la muestra utilizada, alrededor del 31.36% de la población de cada AUF se encuentra empleada, es decir, si para el año 2017 Santander cuenta con 380200 habitantes, de estos aproximadamente 119000 se encuentran empleados. Una elasticidad del 0.02, implica que, si el aeropuerto de Santander aumenta su tamaño en un 10%, esto incrementaría el número empleos en  $10\% \times 0.02 \times 119000 \approx 238$ .

Si el tráfico del aeropuerto local aumenta, es de esperar que el número de empleados que requerirá el aeropuerto también aumente, es decir aumentaría su número de azafatas, pilotos, entre otros, por tanto, esto supone mayores plazas de empleo y la proporción del incremento de empleos en cada AUF son los trabajadores adicionales que requiere el aeropuerto. Según datos del INE, para el 2017 el 0.2% de ocupados se encontraba en el transporte aéreo, asumiendo una tasa parecida para cada AUF, y que los viajeros aumentan en 1% a nivel local, este tráfico conllevaría un aumento de  $1\% \times 0.2\% = 0.002\%$  en el empleo local de la industria aérea. El ratio para todos los demás empleos sería  $0.02\% / 0.002\% \approx 10$ , esto indica que por cada empleo generado en la industria aérea, se crean aproximadamente 10 empleos en otras industrias

Tabla 7: Primera Estapa del MC2E

## PRIMERA ETAPA

	(1) MCO Operaciones	(2) MCO Operaciones	(3) MCO Operaciones	(4) MCO Operaciones
$\hat{a}_{m,t+1} - a_{m,t}$ : Instrumento Aerolínea	0.363*** (0.0697)			0.0992 (0.1153)
$\hat{a}_{m,t+1} - a_{m,t}$ : Instrumento Tipo de Avión		0.3804*** (0.1272)		0.3689** (0.1332)
$\hat{a}_{m,t+1} - a_{m,t}$ : Instrumento Asientos			0.1519* (0.0752)	
$a_{m,t}$	-0.155 (0.1603)	-0.4388*** (0.0836)	0.02799 (0.0887)	-0.5252*** (0.1357)
$n_{m,t}$	0.1426 (0.40126)	-0.2737 (0.2393)	-0.2028 (0.3416)	-0.2805 (0.2377)
F	26.73	26.40	4.92	4.88
EFFECTOS FIJOS INDIV.	x	x	x	x
EFFECTOS FIJOS DE TIEMPO	x	x	x	x

*Elaboración propia**294 observaciones correspondiente a 42 Áreas Urbanas Funcionales.**Notas: \*, \*\*, \*\*\* indican el nivel de significancia al 5%, 1% y 0.1%, respectivamente.*

Tabla 8: Segunda etapa del MC2E

*Elaboración propia.**294 observaciones correspondiente a 42 Áreas Urbanas Funcionales.*

## SEGUNDA ETAPA

	Operaciones	Operaciones	Operaciones	Operaciones	ASIENTOS	PASAJEROS
$a_{m,t+1} - a_{m,t}$	0.0204** (0.0692)	0.0617*** (0.0171)	0.0758 (0.0673)	0.0535*** (0.0117)	0.0424*** (0.0118)	0.0228*** (0.0059)
$a_{m,t}$	0.0219 (0.0284)	0.0307* (0.0128)	0.0187* (0.0074)	0.0300*** (0.0112)	0.0289*** (0.0093)	0.0408*** (0.0079)
$n_{m,t}$	-0.367** (0.0684)	-0.258*** (0.038)	-0.2935 (0.0568)	-0.2601*** (0.0371)	-0.2631*** (0.0366)	-0.304*** (0.0438)
First -stage Wald	26.73	26.40	4.47	4.88	3.61	26.74
Hansen				0.3274	0.2387	0.2369
Instrumento de aerolínea	Y			Y	Y	Y
Instrumento de tipo de avión		Y		Y	Y	Y

*Notas: \*, \*\*, \*\*\* indicant el nivel de significancia al 5%, 1% y 0.1%, respectivamente.*

### **Medidas de crecimiento económico alternativas.**

En el apartado anterior se ha utilizado como medida de crecimiento económico el empleo y el efecto que tiene el tamaño de un aeropuerto en el mismo, ahora se estimará el efecto de los aeropuertos en un set de variables que también reflejan el crecimiento económico. Las variables utilizadas son: tamaño de población, renta media de los hogares, y los índices de precio de alquiler y vivienda. Estas serán las nuevas variables dependientes de la ecuación (2).

En el panel A se muestran los resultados obtenidos mediante MCO y en el B los obtenidos por MC2E.

Los coeficientes de MC2E presentados en la tabla 4 muestran un efecto positivo del cambio del tamaño de los aeropuertos en 5 de las estimaciones, exceptuando la renta, de las nuevas variables que indican el crecimiento económico. El efecto en el número de habitantes es positivo pero mucho más pequeño que en el de las otras variables, También existe un efecto positivo en el tamaño de las empresas esto sugiere que un incremento en el tamaño del aeropuerto produce que tanto las nuevas empresas como las que ya operan, contraten más trabajadores.

Existe también un efecto positivo en el ratio de ocupados, por tanto, un aumento en el tamaño del aeropuerto produce que una mayor proporción de la población sea empleada.

Por otro lado, el efecto en la renta media de los hogares, es positivo, pero no estadísticamente significativo, lo cual no sugiere que exista una relación entre el tamaño de los aeropuertos y la renta, como explica Sheard (2019) esto puede deberse a que la oferta de trabajo suele ser muy elástica y, por tanto, un aumento en la demanda de empleo no necesariamente lleva a un aumento en los salarios y por tanto tampoco debería aumentar la renta de los hogares.

El efecto en los índices de vivienda es también positivo, lo que nos llevaría a pensar que un aumento en el tráfico del aeropuerto conlleva a un aumento en los precios del alquiler y venta de hogares, esto puede deberse a que un aeropuerto más “completo”, con una gran estructura, puede volver a las zonas donde su ubicación es más atractiva.



Tabla 9: MCO Y MC2E Utilizando diferentes variables como medida de crecimiento económico.

	(1) Pob	(2) Empresas	(3) Venta	(4) Alquiler	(5) Renta	(6) Prop Ocup
$a_{m,t+1} - a_{m,t}$	0.0047* (0.0022)	-0.00737 (0.0109)	0.0075 (0.0156)	0.0239* (0.0091)	0.0165 (0.0090)	0.0037 (0.0063)
$a_{m,t}$	0.0020 (0.0020)	0.0069 (0.0038)	0.0385* (0.0157)	0.0519** (0.0147)	0.0369*** (0.0098)	0.0181*** (0.0036)
$n_{m,t}$	-0.2164*** (0.0546)	-0.1508* (0.0728)	-0.4171* (0.1568)	-0.2388* (0.0924)	-0.4151* (0.1939)	-0.4469*** (0.03963)
R2	0.21	0.65	0.69	0.15	0.26	0.24
EFFECTOS FIJOS INDIV.	x	x	x	x	x	x
EFFECTOS FIJOS DE TIEMPO	x	x	x	x	x	x
Panel B:						
TSLS						
$a_{m,t+1} - a_{m,t}$	0.0122* (0.0070)	0.123** (0.0399)	0.2185** (0.0676)	0.354*** (0.1253)	0.1319 (0.1258)	0.1562** (0.0523)
$a_{m,t}$	0.0060* (0.0029)	0.0382 (0.0356)	0.0614 (0.0427)	0.0432 (0.0511)	0.0765 (0.0568)	-0.0129 (0.0208)
$o_{m,t}$	-0.263*** (0.0591)	-0.3648*** (0.0972)	-0.2679*** (0.0600)	-0.1907 (0.1349)	-1.080*** (0.0816)	-0.3236*** (0.0610)
F (Kleibergen)	29.18	10.12	31.31	30.17	4.04	16.34

Elaboración propia

294 observaciones correspondiente a 42 Áreas Urbanas Funcionales.

Notas: \*, \*\*, \*\*\* indican el nivel de significancia al 5%, 1% y 0.1%, respectivamente.

## 5. CONCLUSIONES

El presente trabajo tenía como objetivo estimar los efectos que produce un cambio en el tamaño del aeropuerto, medido como las operaciones, en el empleo local y otras variables mediante las cuales se puede medir el crecimiento económico.

Las principales conclusiones del estudio dan una noción de que, en efecto, para el caso español un aeropuerto es beneficioso para el área donde se encuentra ubicada, es sinónimo de generación de empleo y tiene una elasticidad de 0.02. Esto es dato de interés para futuros y actuales “policy makers” ya que anualmente se invierte mucho en proyectos de ampliación de aeropuertos o creación de nuevos.

Por otro lado, es necesario resaltar que este efecto no parece presentarse en la Renta media de los hogares, por tanto, aunque un cambio en el tamaño de los aeropuertos puede generar más empleo, esto no se ve reflejado en un aumento de salarios ni renta.

Se utilizó la metodología empleada por Sheard debido a que permite cuantificar la infraestructura en términos del nivel de tráfico y clasificar este tráfico en categorías.

Es necesario mencionar que, debido a la falta de datos, no fue posible estimar este efecto para un periodo de tiempo más longevo, y, quizás, estas conclusiones podrían observarse mejor. Sin embargo, una de las ventajas de utilizar la técnica empleada es que facilita la estimación del efecto a corto plazo de los cambios en la infraestructura, mientras que las técnicas que se basan en la variación de la sección transversal a menudo son más adecuadas para explicar los efectos a largo plazo.

Para futuras investigaciones sería interesante medir de forma aún más profunda esta relación, incluyendo también variables como la distancia entre la ubicación de un área urbana funcional y su “aeropuerto más cercano, también sería relevante utilizar como medida de crecimiento económico el PIB de cada AUF, esto no ha sido posible debido a la poca desagregación en cuanto a la información de este indicador.

## REFERENCIAS

- ASOCIACIÓN DE COMPAÑÍAS ESPAÑOLAS DE TRANSPORTE AÉREO ACETA (2018): El Sector. <<http://www.aceta.es/transporte-aereo/>> (accessed 26-07-2019).
- AIR TRANSPORT ACTION GROUP (ATAG)-Benefits beyond borders 2018
- BEL, Germà; COSTAS, Antón. La privatización y sus motivaciones en España: de instrumento a política. *Revista de Historia Industrial. Economía y Empresa*, 2001, no 19-20, p. 105-132.
- BRUECKNER, Jan K. Airline traffic and urban economic development. *Urban Studies*, 2003, vol. 40, no 8, p. 1455-1469.
- BUTTON, Kenneth; DOH, Soogwan; YUAN, Junyang. The role of small airports in economic development. *Journal of airport management*, 2010, vol. 4, no 2, p. 125-136.
- Consejo del Transporte y la Logística. Departamento de Asuntos Regulatorios y Europeos.
- Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (2014)
- COSTAS-CENTIVANY, Cynthia M. Spain's airport infrastructure: adaptations to liberalization and privatization. *Journal of Transport Geography*, 1999, vol. 7, no 3, p. 215-223.
- COOPER, Ronald. Airports and economic development: An overview. *Transportation Research Record*, 1990, no 1274.
- FLORIDA, Richard; MELLANDER, Charlotta; HOLGERSSON, Thomas. Up in the air: the role of airports for regional economic development. *The annals of regional science*, 2015, vol. 54, no 1, p. 197-214.
- GRAHAM, Brian. Liberalization, regional economic development and the geography of demand for air transport in the European Union. *Journal of Transport Geography*, 1998, vol. 6, no 2, p. 87-104.
- GREEN, Richard K. Airports and economic development. *Real estate economics*, 2007, vol. 35, no 1, p. 91-112.
- ROBERTSON, John AW. Airports and economic regeneration. *Journal of Air Transport Management*, 1995, vol. 2, no 2, p. 81-88.

TAMAÑO DE AEROPUERTO Y CRECIMIENTO URBANO: UNA APLICACIÓN AL  
CASO ESPAÑOL

SHEARD, Nicholas. Airport size and urban growth. *Economica*, 2019, vol. 86, no 342, p. 300-335.

OECD. Definition of Functional Urban Areas (FUA) for the OECD metropolitan database, 2013

ESPAÑA, AENA, SME S. A, 2019

ESPAÑA, Ministerio de Fomento, 2018

## ANEXOS

### Anexo 1. Modelo Teórico de Sheard

#### 1.1 Empleo Local

El tamaño del aeropuerto ubicado en el área  $m$  y en el tiempo  $t$  se denota como  $A_{m,t}$  y como unidad de medida se utiliza el tráfico de los aeropuertos por año. Un aeropuerto más grande puede proporcionar beneficios a los trabajadores de su área de ubicación mediante un efecto en la productividad de las empresas locales y, por tanto, en los salarios, o al proporcionar un beneficio directo de servicio (comodidades) a los trabajadores. Los beneficios de productividad pueden generarse porque el aeropuerto proporciona acceso a mercados donde las empresas locales pueden obtener insumos y vender productos. Estos efectos pueden reflejarse en los salarios, entonces, el salario ganado por cada trabajador en el AUF  $m$ , en el momento  $t$  puede depender del tamaño del aeropuerto y es definido como la función  $w(A_{m,t})$ . Por otro lado, el aeropuerto también puede conferir un beneficio directo de servicios (comodidades) a las personas en el área metropolitana porque un viaje más cómodo aumenta la utilidad de los residentes locales que está representado en términos monetarios por la función  $g(A_{m,t})$ .

La población en un área urbana está limitada por sus costos de vivienda y desplazamientos, ya que se supone que las ciudades más grandes son más costosas para vivir, en términos de vivienda y costos de desplazamiento, el costo de vida en el área metropolitana  $m$  en el tiempo  $t$  se describe mediante la función  $c(N_{m,t}^*)$ , donde  $c > 0$  y  $N_{m,t}^*$  es el nivel natural de empleo.

Los individuos obtienen su utilidad de dos fuentes: el consumo y los servicios de viajes aéreos. La utilidad de consumo está determinada por el ingreso salarial menos el costo de vida. Además del aeropuerto, los factores que determinan los niveles de salarios, el costo de vida y la comodidad de los servicios están compuestos como factores locales, representados como  $\mu_m$  y factores específicos de tiempo  $v_t$ . Finalmente, la utilidad de un individuo en un área urbana  $m$  en el tiempo  $t$  se puede representar como:

$$U = w(A_{m,t}) - c(N_{m,t}^*) + g(A_{m,t}) + \mu_m + v_t. \quad (1)$$

Se supone que las personas migran libremente de una área urbana a otra y obtienen la utilidad de reserva  $\bar{U}$  si se encuentran viviendo en otro lugar, por lo tanto, el nivel de equilibrio de la utilidad será igual a  $\bar{U}$ . Entonces, la función de utilidad será la siguiente:

$$w(A_{m,t}) - c(N_{m,t}^*) + g(A_{m,t}) + \mu_m + v_t = \bar{U} \quad (2)$$

## TAMAÑO DE AEROPUERTO Y CRECIMIENTO URBANO: UNA APLICACIÓN AL CASO ESPAÑOL

Interpretando la ecuación (2), el número de empleados en el área urbana está determinado por la relación entre los salarios, el costo de vida y las comodidades en los servicios locales. Un cambio en el tamaño del aeropuerto puede afectar el empleo, ya sea a través de un cambio en la productividad y, por lo tanto, en los salarios o por un cambio en las comodidades. El costo de vida cambia a medida que la población se ajusta, lo que restablece el equilibrio.

Las formas funcionales  $w(A_{m,t}) \equiv \kappa_w \ln(A)$ ,  $g(A_{m,t}) \equiv \kappa_g \ln(A)$ , y  $c(N) \equiv \ln(N)$  se asumen para sus respectivas funciones. El término  $\bar{x}$  se fija como cero ya que se pueden capturar en los efectos fijos  $\mu_m$  y  $v_t$ . Sustituyendo esto en la ecuación 2 se obtiene una expresión para el nivel natural de empleo  $N_{m,t}^*$  en el área  $m$  al tiempo  $t$  igual a:

$$N_{m,t}^* = \exp(\mu_m + v_t) A_{m,t}^k. \quad (3)$$

El término  $\kappa \equiv \kappa_w + \kappa_g$  en la ecuación 3 captura los efectos combinados de la productividad y comodidad de los servicios. Se los plantea de esta manera ya que sería difícil separarlos en la estimación sin introducir variable de control (como los salarios) que sería endógena y luego comparar los tamaños de los coeficientes. En su lugar, se estimarán los efectos del tamaño del aeropuerto en empleo, PIB y salarios, luego se comprarán los tamaños de los coeficientes inferir si la productividad se ve afectada.

### 1.2 Crecimiento en la economía local.

El nivel de empleo en el área urbana  $m$  y al tiempo  $t$  se denota como  $N_{m,t}$ . De acuerdo a la condición de convergencia, el nivel de empleo cambia en función de las diferencias entre el nivel de empleo actual ( $N_{m,t}$ ) y los niveles de empleo natural ( $N_{m,t}^*$ ) durante el período de  $t$  a  $t+1$

$$N_{m,t+1} = N_{m,t}^{\lambda_1} N_{m,t+1}^{\lambda_2} N_{m,t}^{1-\lambda_1-\lambda_2} \quad (4)$$

El empleo en el tiempo  $t+1$  depende del empleo en el período previo, así  $1 - \lambda_1 - \lambda_2$  es mayor a cero y converge al nivel natural de empleo, por tanto,  $\lambda_1 \lambda_2 > 0$ . Realizando las siguientes sustituciones:

$$\gamma_{2,m} \equiv (\lambda_1 + \lambda_2) \mu_m, \quad \delta_{2,t} \equiv \lambda_1 v_t + \lambda_2 v_{t+1}$$

$$\beta_2 \equiv -(\lambda_1 + \lambda_2), \quad \alpha_2 \equiv -\beta_2, \quad \theta \equiv -\lambda_2 \frac{\alpha_2}{\beta_2}$$

Sustituyendo (3) en (4) se obtiene la siguiente relación entre el ratio de crecimiento de empleo y el tamaño del aeropuerto desde el periodo  $t$  a  $t+1$

$$\frac{N_{m,t+1}}{N_{m,t}} = \exp(\gamma_{2,m} + \delta_{2,t}) A_{m,t}^{\alpha_2} N_{m,t}^{\beta_2} \left( \frac{A_{m,t+1}}{A_{m,t}} \right)^{\theta} \quad (5)$$

Tomando logaritmo de ambos lados de la ecuación 5 y reemplazando  $a = \ln(A)$  y  $n = \ln(N)$  se obtiene:

$$n_{m,t+1} - n_{m,t} = \alpha_2 a_{m,t} + \beta_2 n_{m,t} + \theta(a_{m,t+1} - a_{m,t}) + \gamma_{2,m} + \delta_{2,t} \quad (6)$$

La ecuación 6 represente la relación entre cambios en el tamaño del aeropuerto y empleo que se desea estimar. La principal dificultad es que los cambios en el tráfico aéreo local  $a_{m,t+1} - a_{m,t}$  probablemente estén influenciados por la variación en el empleo local  $n_{m,t+1} - n_{m,t}$ , por lo tanto, se utilizarán/crearán variables instrumentales para el tamaño del aeropuerto utilizando variables que expliquen los cambios en el tráfico aéreo local, pero que no se ven afectados por factores que se correlacionan con los cambios en el empleo local.

### 1.3 Cambios estructurales en la red de transporte aéreo.

Los instrumentos reflejan cambios en el tráfico aéreo que son impulsados por cambios generales en la red de transporte aéreo. Los instrumentos se expresan en términos del nivel hipotético de tráfico aéreo en el momento  $t+1$ , denotado como  $\hat{A}_{m,t+1}$ , que son generados por cambios generales y el nivel de tráfico actual a tiempo  $t$ . Utilizando  $\gamma_{1,m}$  y  $\delta_{1,t}$  para denotar factores específicos del área urbana y tiempo, respectivamente, el crecimiento en el tráfico aéreo se explica mediante el instrumento:

$$\frac{A_{m,t+1}}{A_{m,t}} = \exp(\gamma_{1,m} + \delta_{1,t}) A_{m,t}^{\alpha_1} N_{m,t}^{\beta_1} \left( \frac{\hat{A}_{m,t+1}}{A_{m,t}} \right)^{\eta} \quad (7)$$

El término  $\frac{\hat{A}_{m,t+1}}{A_{m,t}}$  es el instrumento para el crecimiento del tráfico aéreo. Se expresa con el nivel real de tráfico aéreo en el tiempo  $t$  como base porque así es como se calculan los instrumentos. Los controles para el tamaño del aeropuerto y el empleo en el momento  $t$  están incluidos y son propuestos para poder capturar diferencias sistemáticas en cómo los aeropuertos se ven afectados dependiendo del tamaño de los mismos o del tamaño general del área urbana.

Tomando logaritmos a ambos lados de la ecuación (7) y utilizando, nuevamente,  $a = \ln(A)$  y  $n = \ln(N)$  se obtiene:

$$a_{m,t+1} - a_{m,t} = \alpha_1 a_{m,t} + \beta_1 n_{m,t} + \eta(\hat{a}_{m,t+1} - a_{m,t}) + \gamma_{1,m} + \delta_{1,t} \quad (8)$$

# TAMAÑO DE AEROPUERTO Y CRECIMIENTO URBANO: UNA APLICACIÓN AL CASO ESPAÑOL

## Anexo 2.

### Distribución de aeropuertos, provincias y áreas urbanas funcionales.

NOMBRE DE AUF	NOMBRE DE PROVINCIA	COD IATA	NOMBRE DE AEROPUERTO
AUF de Alcoy	Alicante/Alacant	ALC	Alicante-Elche
AUF de Arrecife	Las Palmas	ACE	César Manrique-Lanzarote
AUF de Ávila	Ávila provincia	MAD	Adolfo Suárez Madrid-Barajas
AUF de Avilés	Asturias	OVD	Asturias
AUF de Benidorm	Alicante/Alacant	ALC	Alicante-Elche
AUF de Cáceres	Cáceres provincia	BJZ	Badajoz
AUF de Ciudad Real	Ciudad Real provincia	MAD	Adolfo Suárez Madrid-Barajas
AUF de Cuenca	Cuenca provincia	MAD	Adolfo Suárez Madrid-Barajas
AUF de Ferrol	A Coruña provincia	LCG	A Coruña
AUF de Gandía	Valencia/València	VLC	Valencia
AUF de Girona	Girona provincia	GRO	Girona-Costa Brava
AUF de Guadalajara	Guadalajara provincia	MAD	Adolfo Suárez Madrid-Barajas
AUF de Irún	Guipúzcoa	EAS	San Sebastián
AUF de Linares	JAÉN PROVINCIA	GRX	F.G.L. Granada-Jaén
AUF de Lorca	Murcia provincia	RMU	Internacional Región de Murcia
AUF de Lugo	Lugo provincia	SCQ	Santiago
AUF de Manresa	Barcelona provincia	BCN	Josep Tarradellas Barcelona-El Prat
AUF de Mérida	Badajoz provincia	BJZ	Badajoz
AUF de Palencia	Palencia provincia	VLL	Valladolid
AUF de Ponferrada	León provincia	LEN	León
AUF de Pontevedra	Pontevedra provincia	VGO	Vigo
AUF de Sagunto	Valencia/València	VLC	Valencia
AUF de Talavera de la Reina	Toledo provincia	MAD	Adolfo Suárez Madrid-Barajas
AUF de Torre Vieja	Alicante/Alacant	ALC	Alicante-Elche
AUF de Zamora	Zamora provincia	SLM	Salamanca
AUF de Albacete	Albacete provincia	ABC	Albacete
AUF de Algeciras	Cádiz provincia	AEI	Algeciras
AUF de Alicante/Alacant	Alicante/Alacant	ALC	Alicante-Elche
AUF de Almería	Almería provincia	LEI	Almería
AUF de Badajoz	Badajoz provincia	BJZ	Badajoz
AUF de Barcelona	Barcelona provincia	BCN	Josep Tarradellas Barcelona-El Prat
AUF de Bilbao	Vizcaya	BIO	Bilbao
AUF de Burgos	Burgos provincia	RGS	Burgos
AUF de Cádiz	Cádiz provincia	XRY	Jerez
AUF de Cartagena	Murcia provincia	RMU	Internacional Región de Murcia
AUF de Castellón de la Plana/Castelló de la Plana	Castellón/Castelló	VLC	Valencia
AUF de Córdoba	Córdoba provincia	ODB	Córdoba
AUF de Coruña, A	A Coruña provincia	LCG	A Coruña
AUF de Donostia/San Sebastián	Guipúzcoa	EAS	San Sebastián
AUF de Elche/Elx	Alicante/Alacant	ALC	Alicante-Elche
AUF de Gijón	Asturias	OVD	Asturias
AUF de Granada	Granada provincia	GRX	F.G.L. Granada-Jaén
AUF de Huelva	Huelva provincia	SVQ	Sevilla
AUF de Jaén	Jaén provincia	GRX	F.G.L. Granada-Jaén
AUF de Jerez de la Frontera	Cádiz provincia	XRY	Jerez
AUF de León	León provincia	LEN	León
AUF de Lleida	Lleida provincia	BCN	Josep Tarradellas Barcelona-El Prat
AUF de Logroño	La Rioja	RJL	Logroño-Agoncillo
AUF de Madrid	Madrid provincia	MAD	Adolfo Suárez Madrid-Barajas
AUF de Málaga	Málaga provincia	AGP	Málaga-Costa del Sol
AUF de Marbella	Málaga provincia	AGP	Málaga-Costa del Sol



# CASTELLANOS CORAL MARÍA VERÓNICA

AUF de Murcia	Murcia provincia	RMU	Internacional Región de Murcia
AUF de Ourense	Ourense provincia	SCQ	Santiago
AUF de Oviedo	Asturias	OVD	Asturias
AUF de Palma de Mallorca	Baleares	PMI	Palma de Mallorca
AUF de Palmas de Gran Canaria, Las	Las Palmas	LPA	Gran Canaria
AUF de Pamplona/Iruña	Navarra	PNA	Pamplona
AUF de Reus	Tarragona provincia	REU	Reus
AUF de Salamanca	Salamanca provincia	SLM	Salamanca
AUF de Santa Cruz de Tenerife	Santa Cruz de Tenerife provincia	TFN Y TFS	Tenerife
AUF de Santander	Cantabria	SDR	Seve Ballesteros-Santander
AUF de Santiago de Compostela	A Coruña provincia	SCQ	Santiago
AUF de Sevilla	Sevilla provincia	SVQ	Sevilla
AUF de Tarragona	Tarragona provincia	REU	Reus
AUF de Toledo	Toledo provincia	MAD	Adolfo Suárez Madrid-Barajas
AUF de Valencia	Valencia/València	VLC	Valencia
AUF de Valladolid	Valladolid provincia	VLL	Valladolid
AUF de Vigo	Pontevedra provincia	VGO	Vigo
AUF de Vitoria-Gasteiz	Álava	VIT	Vitoria
AUF de Zaragoza	Zaragoza provincia	ZAZ	Zaragoza